

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月29日

出願番号

Application Number:

特願2002-252153

[ST.10/C]:

[JP 2002-252153]

出願人

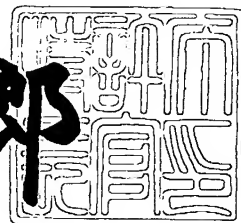
Applicant(s):

京セラ株式会社

2003年 5月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3036910



特 2 0 0 2 - 2 5 2 1 5 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 27241

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23F 4/00

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 猪股 洋介

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 府川 祐子

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町 6 番地

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング装置、エッチング方法、およびそれに用いるプレート部材

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エッチングされる基板の表面側に開口部が多数形成されたプレート部材を配設したエッチング装置において、前記プレート部材の前記基板側に突出壁を設けたことを特徴とするエッチング装置。

【請求項 2】 前記突出壁が前記プレート部材を平面視して格子状に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のエッチング装置。

【請求項 3】 前記突出壁が前記電極上の前記基板を載置する面に当接していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のエッチング装置。

【請求項 4】 開口部が多数形成されたプレート部材を基板の表面側に配置してエッチングするエッチング方法において、前記プレート部材の前記基板側に突出壁を設けて前記基板の表面をエッチングすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 5】 チャンバ内に配置した基板の表面側に配置される開口部が多数形成されたエッチング装置用プレート部材において、前記プレート部材の一主面側の少なくとも周縁部に突出壁を設けたことを特徴とするエッチング装置用プレート部材。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】


【発明の属する技術分野】

本発明はエッチング装置、エッチング方法、およびそれに用いるプレート部材に関し、特に太陽電池などに用いられるシリコン基板等の表面を粗面化するのに好適に用いることができるエッチング装置、エッチング方法、およびそれに用いるプレート部材に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

太陽電池は入射した光エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。太陽電



池のうち主要なものは使用材料の種類によって結晶系、アモルファス系、化合物系などに分類される。このうち、現在市場で流通しているのはほとんどが結晶系シリコン太陽電池である。この結晶系シリコン太陽電池はさらに単結晶型、多結晶型に分類される。単結晶型のシリコン太陽電池は基板の品質がよいため高効率化が容易であるという長所を有する反面、基板の製造が高コストになるという短所を有する。これに対して多結晶型のシリコン太陽電池は基板の品質が劣るために高効率化が難しいという短所はあるものの、低コストで製造できるという長所がある。また、最近では多結晶シリコン基板の品質の向上やセル化技術の進歩により、研究レベルでは18%程度の変換効率が達成されている。

【0003】

一方、量産レベルの多結晶シリコン太陽電池は低コストであったため、従来から市場に流通してきたが、近年環境問題が取りざたされる中でさらに需要が増してきており、低コストでより高い変換効率が求められるようになった。

【0004】

このような太陽電池では、電気エネルギーへの変換効率を向上させるために従来から様々な試みがなされてきた。そのひとつに基板に入射する光の反射を低減する技術があり、表面での光の反射を低減することで電気エネルギーへの変換効率を高めることができる。

【0005】

シリコン基板を用いて太陽電池素子を形成する場合、基板の表面を水酸化ナトリウムなどのアルカリ水溶液でエッチングすると、基板の表面に微細な凹凸が形成され、反射をある程度低減できる。面方位が(100)面の単結晶シリコン基板を用いた場合、このような方法でテクスチャ構造と呼ばれるピラミッド構造を基板の表面に均一に形成することができるものの、アルカリ水溶液によるエッチングは結晶の面方位に依存することから、多結晶シリコン基板で太陽電池素子を形成する場合、ピラミッド構造を均一には形成できず、そのため全体の反射率も効果的には低減できないという問題がある。

【0006】

このような問題を解決するために、太陽電池素子を多結晶シリコンで形成する

場合に、基板の表面に微細な突起を反応性イオンエッチング (Reactive Ion Etching) 法で形成することが提案されている (例えば特公昭 6 0 - 2 7 1 9 5 号、特開平 5 - 7 5 1 5 2 号、特開平 9 - 1 0 2 6 2 5 号公報参照)。すなわち、多結晶シリコンにおける不規則な結晶の面方位に左右されずに微細な凹凸を均一に形成し、多結晶シリコンを用いた太陽電池素子においても反射率をより効果的に低減しようとするものである。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述のような凹凸の形成条件は微妙であり、また装置の構造によっても変化するために条件の設定は非常に難しいことが多い。凹凸を均一に形成できない場合は、入射した光を太陽電池に有効に取りこむことができず、太陽電池の光電変換効率は向上しない。個々の太陽電池の価値はその発電効率で決まることから、そのコストを低減するには、太陽電池の変換効率を向上させなければならない。

【 0 0 0 8 】

また、反応性イオンエッチング法で用いられる装置は一般に平行平板電極型をしており、基板を設置している電極の側に R F 電圧を印加し、他の一方の側および内部の側壁をアースに接続する。このチャンバ内部を真空引きしてエッチングガスを導入して圧力を一定に保持しながら基板をエッチングし、エッチングが完了した後にチャンバ内部を大気圧に戻す。

【 0 0 0 9 】

このような手順を踏むことから、反応性イオンエッチング装置では真空引きおよび大気リークの待ち時間が長い。また、反応性イオンエッチング装置は L S I などの精密な小型半導体素子に用いられる場合が多いが、太陽電池に用いる際には太陽電池自身の面積が大きいため、1 回あたりの処理枚数が少なく、製造コストが高くなるという問題があった。そのため反応性イオンエッチング装置を太陽電池の製造工程に用いる場合には、いかに高タクトで 1 回あたりの処理枚数を増やすかが重要なポイントである。

【 0 0 1 0 】

タクトを向上させるための方法の一つとして、特願 2 0 0 1 - 2 9 8 6 7 1 号

による方法がある。この方法ではシリコン基板の表面にエッチング残渣を付着させながらエッチングして凹凸を形成して粗面化した後、このエッチング残渣を除去するが、このエッチングの際にマスクとなる残渣を速く形成するために、エッチングされる基板を開口部が形成されたプレート部材で覆ってエッチングする。この方法によれば凹凸の形成速度が速くなると同時に、バッチ内での凹凸の均一性が向上し、1回あたりの処理枚数を増やすことができる。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、このような方法でも1回あたりの処理枚数を無制限に増加させることができるわけではなく、一括処理面積がさらに大きくなってくると凹凸の均一性が徐々に劣るようになる。例えばエッチング面積が1 m角を越えるような大型の装置の場合には、均一性の確保が非常に困難となる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、例えば太陽電池に用いられる基板の表面に均一な凹凸を高タクトで形成するエッチング装置、エッチング方法、およびそれに用いるプレート部材を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係るエッチング装置は、エッチングされる基板の表面側に開口部が多数形成されたプレート部材を配設したエッチング装置において、前記プレート部材の前記基板側に突出壁を設けたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

上記エッチング装置では、前記突出壁が前記プレート部材を平面視して格子状に形成されていることが望ましい。

【 0 0 1 5 】

上記エッチング装置では、前記突出壁が前記電極上の前記基板を載置する面に当接していることが望ましい。

【 0 0 1 6 】

また、請求項4に係るエッチング方法は、開口部が多数形成されたプレート部材を基板の表面側に配置してエッチングするエッチング方法において、前記プレート部材の前記基板側に突出壁を設けて前記基板の表面をエッチングすることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、請求項5に係るエッチング用プレート部材は、チャンバ内に配置した基板の表面側に配置される開口部が多数形成されたエッチング装置用プレート部材において、前記プレート部材の一主面側の少なくとも周縁部に突出壁を設けたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づき詳細に説明する。

図1は、本発明に係るエッチング装置を用いて形成される太陽電池素子の構造を示す図であり、1はシリコン基板、2は凹凸、3は受光面側の不純物拡散層、4は裏面側の不純物拡散層（BSF）、5は反射防止膜、6は表面電極、7は裏面電極である。

【 0 0 1 9 】

前記シリコン基板1は単結晶もしくは多結晶のシリコン基板である。この基板はp型、n型いずれでもよい。単結晶シリコンの場合は引き上げ法などによって形成され、多結晶シリコンの場合は鋳造法などによって形成される。多結晶シリコンは、大量生産が可能で製造コスト面で単結晶シリコンよりもきわめて有利である。引き上げ法や鋳造法によって形成されたインゴットを300 μ m程度の厚みにスライスして、15cm \times 15cm程度の大きさに切断してシリコン基板となる。

【 0 0 2 0 】

シリコン基板1の表面側には、入射する光を反射させずに有効に取り込むために凹凸2が形成されている。また、シリコン基板1の表面側には、逆導電型半導体不純物が拡散された拡散層3が形成されている。この逆導電型不純物拡散層3は、シリコン基板1内に半導体接合部を形成するために設けるものである。この

逆導電型不純物拡散層 3 は $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 程度の深さに形成される。

【0021】

シリコン基板 1 の表面側には、反射防止膜 5 が形成されている。この反射防止膜 5 は、シリコン基板 1 の表面で光が反射するのを防止して、シリコン基板 1 内に光を有効に取り込むために設ける。この反射防止膜 5 は、厚み $500 \sim 2000 \text{ \AA}$ 程度の窒化シリコン膜 (SiN_x) 膜や酸化シリコン (SiO_2) 膜などで構成される。

【0022】

シリコン基板 1 の裏面側には、一導電型不純物が高濃度に拡散された拡散層 4 を形成することが望ましい。この一導電型不純物拡散層 4 は、シリコン基板 1 の裏面近くでキャリアの再結合による効率の低下を防ぐために、シリコン基板 1 の裏面側に内部電界を形成するものである。

【0023】

シリコン基板 1 の表面側および裏面側には、表面電極 6 および裏面電極 7 が形成されている。この表面電極 6 および裏面電極 7 は、例えば Ag ペーストをスクリーン印刷して焼成してその上に半田層（不図示）を被着して形成される。

【0024】

上述のように、シリコン基板 1 の表面側には入射する光を有効に取り込むために微細な凹凸 2 を形成する。この凹凸は真空引きされたエッチングチャンバ 18 内にガスを導入して一定圧力に保持してチャンバ 18 内に設けられた電極 9 に RF 電力を印加することでプラズマを発生させて生じた活性種であるイオン・ラジカル等の作用によって基板 1 の表面をエッチングして形成する。反応性イオンエッチング (RIE) 法と呼ばれるこの方法は図 2 および図 3 のように示される。

【0025】

図 2 および図 3 において、8 はマスフローコントローラ、1 はシリコン基板、9 は RF 電極、10 は圧力調整器、11 は真空ポンプ、12 は RF 電源である。装置内にマスフローコントローラ 8 部分からエッチングガスとエッチング残渣生成用ガスを導入するとともに、RF 電極 9 から RF 電力を導入することでプラズマを発生させてイオンやラジカルを励起活性化して、RF 電極 9 の上部に設置さ

れたシリコン基板 1 の表面に作用させてエッチングする。図 2 に示す装置では、R F 電極 9 を装置内に設置して 1 枚のシリコン基板 1 の表面をエッチングするが、図 3 に示す装置では、R F 電極 9 を装置の外壁に設置して複数枚のシリコン基板 1 の表面を同時にエッチングするようにしている。

【 0 0 2 6 】

発生した活性種のうち、イオンがエッチングに作用する効果を大きくした方法を一般に反応性イオンエッチング法と呼んでいる。類似する方法にプラズマエッチングなどがあるが、プラズマ発生の原理は基本的に同じであり、基板 1 に作用する活性種の種類の分布をチャンバ構造、電極構造、あるいは発生周波数等によって異なる分布に変化させているだけである。そのため、本発明は反応性イオンエッチング法に限らず、プラズマエッチング法などのドライエッチング法全般に有効である。

【 0 0 2 7 】

本発明のエッチング装置では、例えばフッ素系ガス、塩素系ガス、および酸素等を流しながら反応圧力を調整してプラズマを発生させる R F パワーを印加して一定時間保持することでエッチングする。これによりシリコン基板 1 の表面には凹凸 2 が形成される。エッチング中はシリコンがエッチングされて基本的には気化するが、一部は気化しきれずに分子同士が吸着して基板 1 の表面に残渣として残る。つまり、シリコン基板 1 の表面を反応性イオンエッチング法および類似のドライエッチング法で粗面化する際に、エッチングされたシリコンを主成分とするエッチング残渣をシリコン基板 1 の表面に再付着させる速度を促進させ、これをエッチングのマイクロマスクとして利用することでシリコン基板 1 の表面に凹凸 2 を形成するものである。なお、このエッチング残渣は最終的には除去される。

【 0 0 2 8 】

また、ガス条件、反応圧力、R F パワーなどをシリコン基板 1 の表面にシリコンの残渣が残るような条件に設定すると、確実に凹凸 2 を形成することができる。ただし、その凹凸 2 のアスペクト比は条件によって最適化が必要である。つまり、シリコンの残渣が基板 1 の表面に残らないような条件では凹凸 2 を形成する

ことはできない。

【 0 0 2 9 】

本発明のエッチング装置を用いてエッチングする際には、シリコン基板 1 を多数の開口部 1 4 が形成されたプレート部材 1 3 で覆ってエッチングする。このようなプレート部材 1 3 を用いてエッチングすることで、残渣の形成を促進させ、これに伴って凹凸 2 の形成を速めることができる。

【 0 0 3 0 】

図 4 にプレート部材 1 3 の一例を示す。プレート部材 1 3 の基板 1 側すなわち一主面側の周縁部に突出壁 2 0 を設ける。このような突出壁 2 0 を設けると大きな面積の装置でも、チャンバ 1 8 内へのガスの導入口や排気口の位置や形状にかかわらず、プレート部材 1 3 と突出壁 2 0 によって囲われた基板 1 上の空間に滞留するシリコンの残渣の濃度が均一になり、基板 1 の表面への残渣の付着の均一性を増すことができる。これによりエッチングの均一性を増すことができる。

【 0 0 3 1 】

このとき突出壁 2 0 は、プレート部材 1 3 を平面視して格子状に形成してもよい。これによりエッチング残渣が閉じ込められる領域が狭くなってエッチングされる前後左右の領域におけるエッチングの均一性をさらに増すことができる。

【 0 0 3 2 】

また、突出壁 2 0 の下端部は電極 9 に当接していることが望ましい。これによりプレート部材 1 3 の基板 1 側にある突出壁 2 0 の下端部 2 1 と電極 9 間での異常放電を防ぐことができる。突出壁 2 0 の下端部 2 1 と電極 9 間にはエッチングされるシリコン基板 1 がないことが望ましい。これはシリコン基板 1 と突出壁 2 0 が直接接触あるいは近づきすぎるとその部分のシリコン基板 1 がエッチングされないという問題が発生するためである。

【 0 0 3 3 】

プレート部材 1 3 の材質は金属材またはガラスやセラミックなどの材料を選択できる。プレート部材 1 3 の加工の容易さという点ではアルミニウムなどからなる金属部材が好ましい。ステンレス系の金属などではシリコンエッチングに用いるガスに曝されると腐食するために不適である。一方、エッチング中はプラズマ

に曝されるために発熱する。この温度は条件によって大幅に変わるが、プラズマに曝されると温度が上昇し、凹凸の形成が終了すれば大気中でシリコン基板 1 を取り出すといった工程となるため、温度の上下動に耐えうる材質が好ましい。そのため、プラズマに曝される場合にはガラス系の材質が望ましい。このように、条件によって好ましい材質を選択することができる。

【 0 0 3 4 】

プレート部材 1 3 とシリコン基板 1 とは、5 mm から 3 0 mm の間隔に保持してエッチングすることが望ましい。このようにすることでエッチングする際に生成するシリコン化合物が揮発する際にシリコン基板 1 とプレート部材 1 3 の内部に閉じ込める効果が生じ、シリコンを主成分とする残渣がシリコン基板 1 上に容易に生成しやすくなり、残渣の形成が促進されると同時に、凹凸 2 の形成を促進することができる。このプレート部材 1 3 とシリコン基板 1 の間隔が 5 mm 以下ではプレート部材 1 3 の開口パターン 1 4 が凹凸 2 を形成するときにシリコン基板 1 の表面に模様として転写されてムラとなってしまう。また、3 0 mm 以上では残渣を早く形成して凹凸 2 の形成を促進する効果が少なくなってしまう。

【 0 0 3 5 】

プレート部材 1 3 とシリコン基板 1 との距離を保持するための方法は、特に問わない。図 5 に示すように、例えば高さ方向の全長にわたって側壁 1 7 を設けることで距離を保持する方法が簡単である。また、プレート部材 1 3 の複数の端部を支持する脚部を設けてもよい。エッチングされるシリコン基板 1 の枚数が多く、プレート部材 1 3 が大面積になる場合には、プレート部材 1 3 が自重によって反ってしまい、エッチングされるシリコン基板 1 とプレート部材 1 3 との距離が狭まって開口パターン 1 4 の跡がシリコン基板 1 の上に転写されてムラとなる可能性がある。その場合にはプレート部材 1 3 の厚みを増したり、側壁部 1 7 の高さを増すなどの対策が有効である。また、プレート部材 1 3 の中央のみ厚みを薄くするという方法も有効である。プレート部材 1 3 の厚みは特に問わない。強度と材料コスト、およびエッチング条件の関係によって自由に設定することができる。

【 0 0 3 6 】

プレート部材 1 3 を平面視した表面部の全面積に対する開口部 1 4 の開口率は 5 % ~ 4 0 % にするのが望ましい。開口率が 5 % 以下であるとシリコン基板 1 のエッチングに必要なガスの供給が不十分となって残渣の形成速度が遅くなるため、凹凸 2 の形成が遅くなる。また、開口率が 4 0 % 以上であるとエッチングの際に生成するシリコン化合物が揮発する際にシリコン基板 1 とプレート部材 1 3 の内部に閉じこめる効果が弱くなって残渣の形成の促進効果が少なくなる。

【 0 0 3 7 】

本発明は、基板を 1 m 角を越えるような大面積に並べてエッチングする際に特に効果があるが、小面積の場合でも有効に活用することができる。他のエッチング条件を変化させても均一性の改善が十分でないようなハード的な問題が存在するときには本発明は有効に効力を発揮する。

【 0 0 3 8 】

プレート部材 1 3 の開口部 1 4 のパターン形状は特に問わない。図 4 に示すように、例えば円形状の開口を行列状に並べたパターンを用いることもできるし、ドット状の千鳥パターンを用いることもできる。また、スリットのようなパターンでもよい。ただし、開口していない面積の大きい部分があると、その下部は開口部 1 4 の下部との凹凸 2 の形状の違いによってムラが発生する。

【 0 0 3 9 】

上述した例ではエッチングされる基板としてバルク型シリコン太陽電池を例にとって説明したが、バルク型に限定されるものではなく薄膜型やアモルファス型などにも応用できる。また、シリコン基板や太陽電池に限定されるものでもない。

【 0 0 4 0 】

【発明の効果】

以上のように、請求項 1 に係るエッチング装置によれば、チャンバ内の電極上に配置した基板の表面側に開口部が多数形成されたプレート部材を配置して基板の表面を粗面状にするエッチング装置において、上記プレート部材の上記基板側に突出壁を設けたことから、エッチングする際に発生する残渣をプレート部材と基板との間に閉じ込めることができ、バッチ内での凹凸の均一性を向上させるこ

とができる。もって、基板の表面に均一な凹凸を効率よく形成できる。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 4 に係るエッチング方法によれば、プレート部材の前記基板側に突出壁を設けて基板の表面をエッチングして粗面状にすることから、エッチングする際に発生する残渣をプレート部材と基板との間に閉じ込めることができ、もって基板の表面に均一な凹凸を効率よく形成できる。

【 0 0 4 2 】

さらに、請求項 5 に係るエッチング装置用プレート部材によれば、一主面側の少なくとも周縁部に突出壁を設けたことから、エッチングする際に発生する残渣をプレート部材と基板との間に閉じ込めることができ、もって基板の表面に均一な凹凸を効率よく形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るエッチング装置を使用して基板を粗面化した太陽電池を示す図である。

【図 2】

本発明に係るエッチング装置を示す図である。

【図 3】

本発明に係るエッチング装置の他の構造を示す図である。

【図 4】

本発明に係るエッチング装置用プレート部材を示す図である。

【図 5】

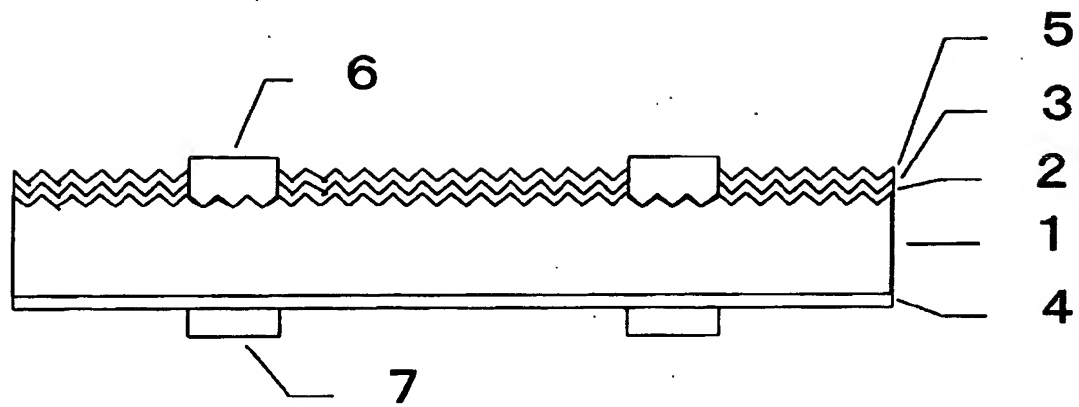
本発明に係るエッチング装置の断面を拡大して示す図である。

【符号の説明】

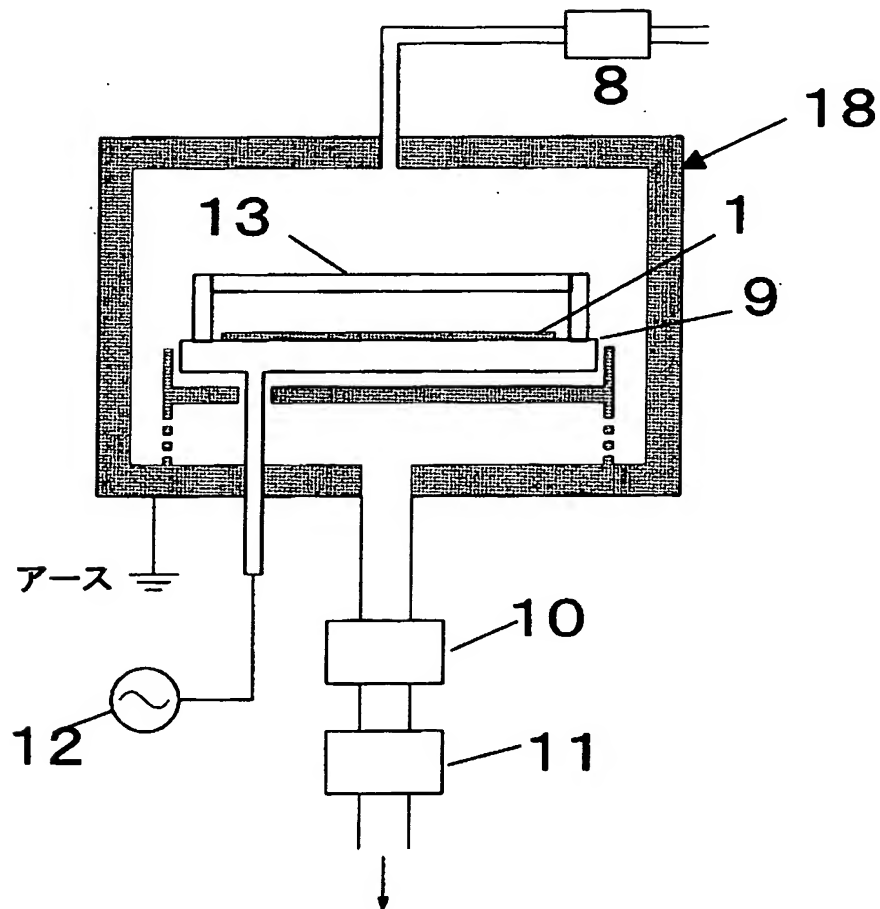
1 ; シリコン基板、 2 ; 凹凸構造、 8 ; マスフローコントローラ、 9 ; R F 電極、 1 0 ; 圧力調整器、 1 1 ; 真空ポンプ、 1 2 ; R F 電源、 1 3 ; プレート部材、 1 4 ; 開口部、 1 5 ; トレイ、 1 6 ; 絶縁体、 1 7 ; 側壁、 1 8 ; エッチングチャンバ、 1 9 ; エッチング装置、 2 0 ; 突出壁

【書類名】 図面

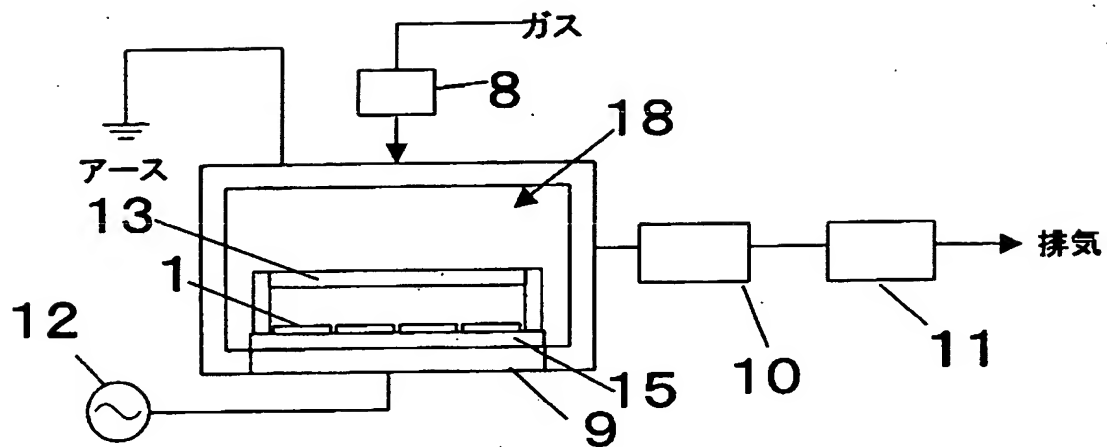
【図1】



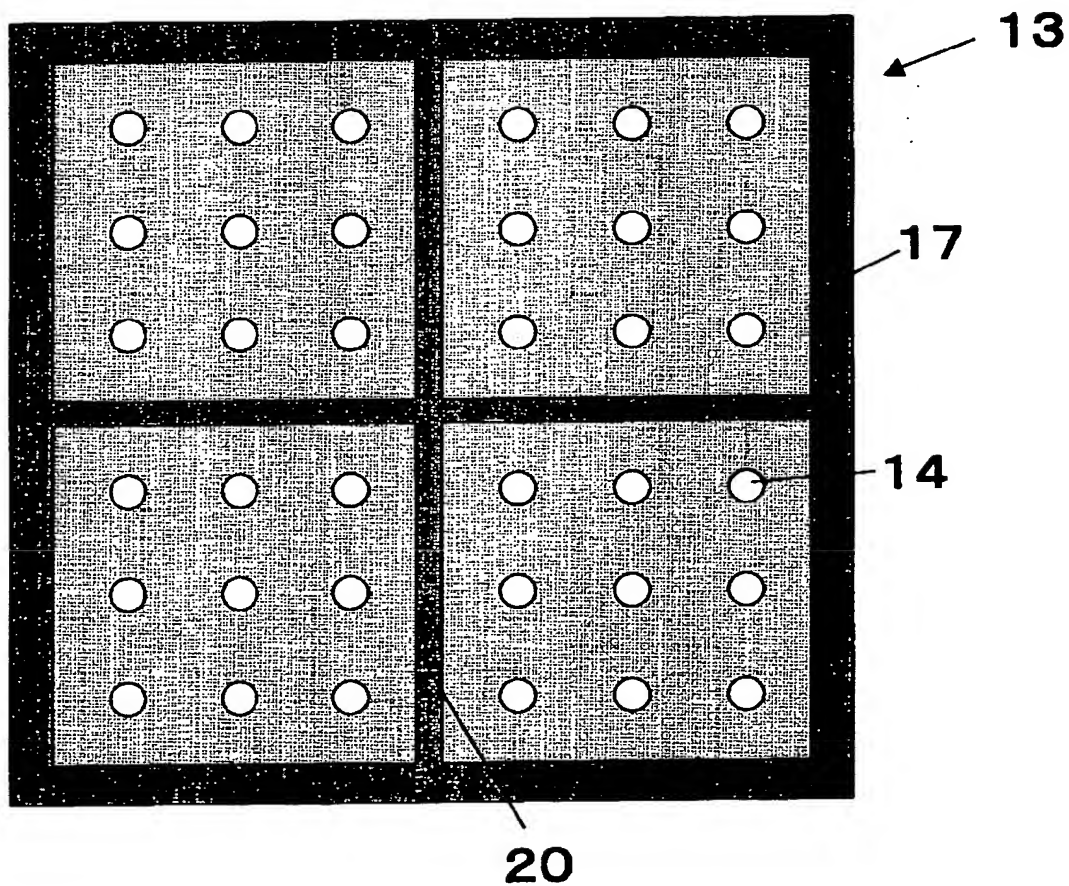
【図2】



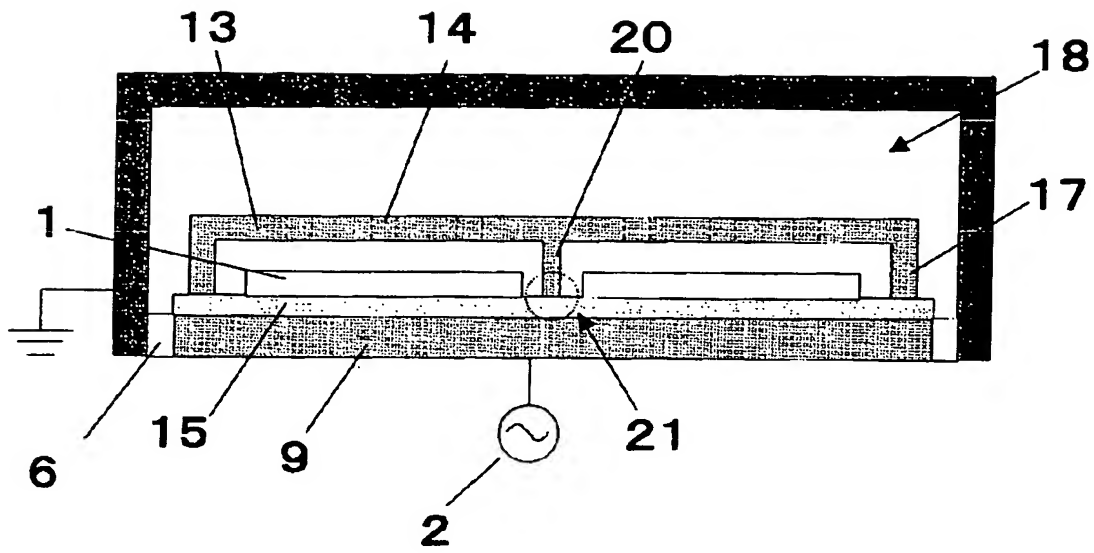
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板の表面に凹凸を均一に高タクトで形成するエッチング装置を提供する。

【解決手段】 チャンバ 1 8 内の電極 9 上に配置した基板 1 の表面側を開口部 1 4 が多数形成されたプレート部材 1 3 で被覆して上記基板 1 の表面を粗面状にするエッチング装置であって、上記プレート部材 1 3 の上記基板 1 側に突出壁 1 7 を設けた。

【選択図】 図 5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 5 2 1 5 3	
受付番号	5 0 2 0 1 2 9 1 4 7 1	
書類名	特許願	
担当官	第五担当上席	0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 8 月 3 0 日	

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 8月29日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 6 3 3]

1. 変更年月日	1 9 9 8 年 8 月 2 1 日
[変更理由]	住所変更
住 所	京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
氏 名	京セラ株式会社